

This Page Is Inserted by IFW Operations
and is not a part of the Official Record

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning documents *will not* correct images,
Please do not report the images to the
Image Problem Mailbox.

SON-043245
Reference 8

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平5-6199

(43)公開日 平成 5 年(1993) 1 月14日

(51)Int.Cl.⁵

G 1 0 L 9/14
9/18

識別記号

J 8946-5H
E 8946-5H

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数 5 (全 11 頁)

(21)出願番号 特願平3-155049

(22)出願日 平成 3 年(1991) 6 月27日

(71)出願人 000004237

日本電気株式会社
東京都港区芝五丁目 7 番 1 号

(72)発明者 小沢 一範

東京都港区芝五丁目 7 番 1 号日本電気株式
会社内

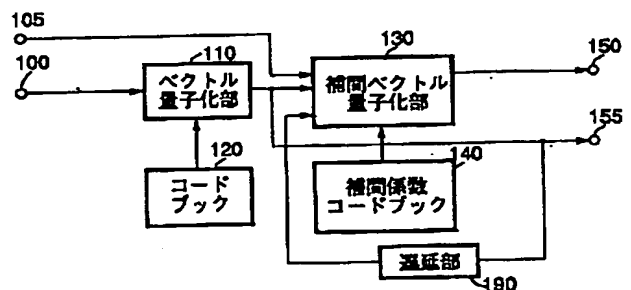
(74)代理人 弁理士 内原 晋

(54)【発明の名称】 音声パラメータ符号化方式

(57)【要約】

【目的】 音声信号のスペクトルパラメータを、従来よりも少ないビット数で量子化可能とする。

【構成】 入力した音声信号をフレームに分割し、さらにフレームよりも短い複数個のサブフレームに分割し、前記サブフレームの少なくとも一つについて前記音声信号に対してスペクトルパラメータを予め定められた次数だけ求め、ベクトル量子化部 110 は、一つのサブフレームのスペクトルパラメータを予め構成した第 1 のコードブック 120 を用いて量子化して出力する。また、補間ベクトル量子化部 130 では、他の少なくとも一つのサブフレームのスペクトルパラメータを、当該フレームでのスペクトルパラメータの量子化値と過去のフレームでのスペクトルパラメータの量子化値と第 2 のコードブック 140 を用いて量子化して出力する。



1

【特許請求の範囲】

【請求項1】 入力した音声信号をフレームに分割し、さらにフレームよりも短い複数個のサブフレームに分割する手段と、前記サブフレームの少なくとも一つについて前記音声信号に対してスペクトルパラメータを予め定められた次数だけ求める手段と、一つのサブフレームのスペクトルパラメータを予め構成した第1のコードブックを用いて量子化し、他の少なくとも一つのサブフレームのスペクトルパラメータを、当該フレームでのスペクトルパラメータの量子化値と、過去のフレームでのスペクトルパラメータの量子化値と、第2のコードブックとを用いて量子化する手段とを有することを特徴とする音声パラメータ符号化方式。

【請求項2】 第1のコードブック又は第2のコードブックの少なくとも一方において、量子化歪の小さい順に複数種類の候補を出力し、他のサブフレームにおいては、スペクトルパラメータを当該フレームでのスペクトルパラメータの量子化値と、過去のフレームでのスペクトルパラメータの量子化値と、第2のコードブックとを用いて量子化して量子化歪を求め前記量子化歪を複数サブフレームにわたり累積し、前記累積値を最小にする候補を選択し出力することを特徴とする請求項1記載の音声パラメータ符号化方式。

【請求項3】 入力した音声信号をフレームに分割し、さらにフレームよりも短い複数個のサブフレームに分割する手段と、前記サブフレームの少なくとも一つについて前記音声信号に対してスペクトルパラメータを予め定められた次数だけ求める手段と、一つのサブフレームのスペクトルパラメータを予め構成した第1のコードブックを用いて量子化し、他の少なくとも一つのサブフレームでは当該フレームでのスペクトルパラメータの量子化値と過去のフレームでのスペクトルパラメータの量子化値とを用いてあらかじめ定められた方法によりスペクトルパラメータを復元し、当該サブフレームのスペクトルパラメータと前記復元値との誤差を小さくするように第2のコードブックを選択することを特徴とする音声パラメータ符号化方式。

【請求項4】 第1のコードブック又は第2のコードブックの少なくとも一方において、量子化歪の小さい順に複数種類の候補を出力し、他のサブフレームにおいては、当該サブフレームのスペクトルパラメータと前記復元値との誤差電力を複数サブフレームにわたり累積し、前記累積値を最小にする候補を選択し出力することを特徴とする請求項2記載の音声パラメータ符号化方式。

【請求項5】 入力した音声信号をフレームに分割し、さらにフレームよりも短い複数個のサブフレームに分割する手段と、前記サブフレームの少なくとも一つについて前記音声信号に対してスペクトルパラメータを予め定められた次数だけ求める手段と、一つのサブフレームのスペクトルパラメータを予め構成した第1のコードブッ

2

クを用いて量子化し、量子化歪の小さい順に複数種類の候補を出力し、他のサブフレームにおいては、当該フレームの量子化スペクトルパラメータと過去のフレームの量子化スペクトルパラメータを用いて予め定められた方法によりスペクトルパラメータを復元し、サブフレームのスペクトルパラメータと前記復元値との誤差電力を複数サブフレームにわたり累積し、前記累積値を最小にする候補を選択し出力する手段とを有することを特徴とする音声パラメータ符号化方式。

10 【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は音声信号を低いビットレート、特に8kb/s以下のビットレートで高品質に符号化する音声符号化方式に供するための音声パラメータ符号方式に関する。

【0002】

【従来の技術】 音声信号を8kb/s以下の低いビットレートで符号化する方式としては、例えば、M. Schroeder and B. Atal氏による"Code-excited linear prediction: High quality speech at very low bit rates" (Proc. ICASSP, pp. 937-940, 1985年)と題した論文(文献1)や、Kleijn氏らによる"Improved speech quality and efficient vector quantization in SELP" (Proc. ICASSP, pp. 155-158, 1988年)と題した論文(文献2)等に記載されているCELP (Code Excited LPC Coding)方式が知られている。この方式では、まず送信側は、音声信号のスペクトル特性を表すスペクトルパラメータをフレーム毎(例えば20ms)に音声信号から抽出し、さらにフレームを小区間サブフレーム(例えば5ms)に分割する。次にこのサブフレーム毎に、過去の音源信号をもとに長時間相関(ピッチ相関)を表すピッチパラメータを抽出し、このピッチパラメータにより前述のサブフレームの音声信号を長期予測する。次に長期予測して求めた残差信号に対して、予め定められた種類の雑音信号からなるコードブックから選択した信号により合成した信号と、前述の音声信号との誤差電力を最小化するように一種類の雑音信号を選択し、この種類を表すインデクス及びゲイン並びに前述のスペクトルパラメータ及びピッチパラメータを伝送する。

【0003】 CELP方式では、音声のスペクトルパラメータとしてはLPC分析により求めたLPCパラメータを用い、このLPCパラメータを量子化する。量子化法としては、通常スカラ量子化が用いられており、10次のLPC係数を量子化するのにフレーム当たり34ビット(1.7kb/s)程度のビット数が必要であり、ピ

3

ット数をさらに低減すると音質が低下する。LPCパラメータをより効率的に量子化する方法として、Moriya氏らによる"Transform coding of speech using a weighted vector quantizer,"と題した論文(IEEE J. Sel. Areas, Commun., pp. 425-431, 1988年)(文献3)等に記載されたベクトル-スカラー量子化法などが提案されているが、フレーム当たり27~30ビット程度のビット数が必要である。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】上述したCELP方式のビットレートをさらに低減するためには、スペクトルパラメータの効率的な量子化法が必要であるが、スペクトルパラメータの量子化に必要なビット数を下げるためにフレーム長を長くすると、スペクトルの時間的変化を良好に表すことが困難となり、時間歪が増大し音質が大幅に劣化していた。

【0005】本発明の目的は、上述した問題点を解決し、スペクトルパラメータを従来よりも少ないビット数で量子化しても良好な音質を提供できる音声パラメータ符号化方式を提供することにある。

【0006】

【課題を解決するための手段】第1の発明の音声パラメータ符号化方式は、入力した音声信号フレームに分割し、さらにフレームよりも短い複数個のサブフレームに分割する手段と、前記サブフレームの少なくとも一つについて前記音声信号に対してスペクトルパラメータを予め定められた次数だけ求める手段と、一つのサブフレームのスペクトルパラメータを予め構成した第1のコードブックを用いて量子化し、他の少なくとも一つサブフレームのスペクトルパラメータを、当該フレームでのスペクトルパラメータの量子化値と、過去のフレームでのスペクトルパラメータの量子化値と、第2のコードブックとを用いて量子化することを特徴とする。

【0007】第2の発明の音声パラメータ符号化方式は、第1の発明において、第1のコードブック又は第2のコードブックの少なくとも一方において、量子化歪の小さい順に複数種類の候補を出力し、他のサブフレームにおいては、スペクトルパラメータを当該フレームでのスペクトルパラメータの量子化値と、過去のフレームでのスペクトルパラメータの量子化値と、第2のコードブックとを用いて量子化して量子化歪を求め前記量子化歪を複数サブフレームにわたり累積し、前記累積値を最小にする候補を選択し出力することを特徴とする。

【0008】第3の発明の音声パラメータ符号化方式は、入力した音声信号をフレームに分割し、さらにフレームよりも短い複数個のサブフレームに分割する手段と、前記サブフレームの少なくとも一つについて前記音声信号に対してスペクトルパラメータを予め定められた

4

次数だけ求める手段と、一つのサブフレームのスペクトルパラメータを予め構成した第1のコードブックを用いて量子化し、他の少なくとも一つのサブフレームでは当該フレームでのスペクトルパラメータの量子化値と過去のフレームでのスペクトルパラメータの量子化値とを用いてあらかじめ定められた方法によりスペクトルパラメータを復元し、当該サブフレームのスペクトルパラメータと前記復元値との誤差を小さくするように第2のコードブックを選択することを特徴とする。

10 【0009】第4の発明の音声パラメータ符号化方式は、第2の発明において、第1のコードブック又は第2のコードブックの少なくとも一方において、量子化歪の小さい順に複数種類の候補を出力し、他のサブフレームにおいては、当該サブフレームのスペクトルパラメータと前記復元値との誤差電力を複数サブフレームにわたり累積し、前記累積値を最小にする候補を選択し出力することを特徴とする。

【0010】第5の発明の音声パラメータ符号化方式は、入力した音声信号をフレームに分割し、さらにフレームよりも短い複数個のサブフレームに分割する手段と、前記サブフレームの少なくとも一つについて前記音声信号に対してスペクトルパラメータを予め定められた次数だけ求める手段と、一つのサブフレームのスペクトルパラメータを予め構成した第1のコードブックを用いて量子化し、量子化歪の小さい順に複数種類の候補を出力し、他のサブフレームにおいては、当該フレームの量子化スペクトルパラメータと過去のフレームの量子化スペクトルパラメータを用いて予め定められた方法によりスペクトルパラメータを復元し、サブフレームのスペクトルパラメータと前記復元値との誤差電力を複数サブフレームにわたり累積し、前記累積値を最小にする候補を選択し出力する手段とを有することを特徴とする。

【0011】

【作用】本発明による音声パラメータ符号化方式の作用を示す。図1は第1及び第2の発明の作用を、図3は第3及び第4の発明の作用を、図4は第5の発明の作用を各々説明するための図である。以下の説明では音声のスペクトルパラメータとしてLSPパラメータを用いるものとする。

40 【0012】入力した音声信号を予め定められた時間長のフレーム(例えば30~40ms)に分割し、さらにフレームの音声信号を、フレームよりも短い複数個のサブフレーム(例えば5~8ms)に分割し、フレーム内の少なくとも一つのサブフレームに対して、周知のLPC分析を行いスペクトルパラメータを求める。ここでは、フレーム長を40ms、サブフレーム長を8msとし、図2に示すサブフレーム①、②、③、④についてLPC分析をおこなうものとする。

50 【0013】最初に第1の発明の作用について図1を用いて説明する。

5

【0014】一例として、第④サブフレームについてLPC分析により求められたスペクトルパラメータを、端子100から入力し、第①、②、③サブフレームについて求めたスペクトルパラメータを端子105から順に入力する。スペクトルパラメータとしては、ここでは線スペクトル対(LSP)パラメータを用いて説明を行う。LSPの具体的な計算法は、菅村氏らによる"Quantizer design in LSP speech analysis-synthesis,"と題した論文(IEEE J. Sel. Areas Commun., pp. 425-431, 1988年)(文献4)等を参照できる。ベクトル量子化部110は、コードブック120(第1のコードブック)を用いて、入力した

$$D_1 = \sum_{i=1}^P \{LSP(i) - LSP'_j(i)\}^2$$

【0016】ここではLSP(i)は入力したi次目のLSP係数を示す。PはLSPの次数である。LSP'(i)はコードブックが有するj番目のコードベクトルであり、j=1~2^B(Bはコードブックのビット数)である。(1)式を最小化するコードベクトルを補間ベクトル量子化部130と端子155へ出力する。

【0017】補間ベクトル量子化部130は、ベクトル量子化部110の出力コードベクトルと、この出力コードベクトルを1フレーム遅延させて得た1フレーム過去

$$D^1 = \sum_{i=1}^P \{LSP^1(i) - LSP'_{n-1}(i) \cdot A_j - (1-A_j)LSP'_n(i)\}^2$$

ただし j=1~2^{BB}

【0019】(2)式において、LSP¹(i)は第1サブフレームでの入力のi次目のLSP。LSP'_{n-1}(i)、LSP'_n(i)は、それぞれ1フレーム過去のLSPの量子化値、現フレームでのLSPの量子化値(ベクトル量子化部110の出力値)を示す。A_jは補間係数コードブック140の有するj番目のコードベクトルである。補間ベクトル量子化部130は、(2)式を最小化する補間係数コードベクトルをサブフレーム①、②、③に対して求め、(3)式によりサブフレームにおけるスペクトルパラメータを復元し端子150から出力する。

$$LSP'_{n-1}(i) =$$

$$LSP'_{n-1}(i) \cdot A_j - (1-A_j)LSP'(i) \quad (3)$$

A_jは、トレーニング用LSP信号に対して、(4)式を最小化するように、前述の文献5等を用いて予め学習しておく。

$$D = \sum_{n=1}^K \sum_{i=1}^P [LSP_n(i) - LSP'_{n-1}(i) \cdot A_j - (1-A_j)LSP'_n(i)]^2$$

(4)

【0022】ここでnはフレーム番号、kはトレーニング全信号のフレーム数を示す。

【0023】次に、第2の発明の作用について同じく図1を用いて説明する。

【0024】ベクトル量子化部110は、コードブック

6

LSPパラメータをベクトル量子化する。コードブック120には、トレーニング用の多量のLSPパラメータ系列を用いて予め学習させておく。学習の方法は、例えばLinde, Buzo, Gray氏による"An algorithm for vector quantization design"と題した論文(IEEE Trans. Commun., pp. 84-95, 1980)(文献5)等を参照できる。コードベクトルを探索するときの歪尺度は、種々のものが知られているが、ここではLSPの2乗距離を用いる。LSPの2乗距離は(1)式で与えられる。

【0015】

【数1】

(1)

のスペクトルパラメータの量子化値とを入力する。補間係数コードブック140(コードブック2)を用いて、端子105より入力したサブフレーム①、②、③のLSP系列を補間ベクトル量子化して復元する。つまり、(2)式により、補間係数コードベクトルによる量子化歪を計算し、量子化歪を最小にする補間係数コードベクトルA_jをサブフレーム毎に選択する。

【0018】

【数2】

(2)

ドベクトルである。補間ベクトル量子化部130は、(2)式を最小化する補間係数コードベクトルをサブフレーム①、②、③に対して求め、(3)式によりサブフレームにおけるスペクトルパラメータを復元し端子150から出力する。

【0020】

【0021】

【数3】

120(第1のコードブック)を用いて(1)式の量子化歪の小さい順に複数種類(M種類)のコードベクトルを出力する。次に、複数種類の各々のコードベクトルに対して、補間ベクトル量子化部130は、補間係数コードブック140(第2のコードブック)を用いて、

7

(2) 式の量子化歪を最小化するコードベクトルを出力する。次に、補間ベクトル量子化部130は、M種類のコードベクトルの組合せの各々に対して、複数サブフレームにわたり(5)式の累積歪を計算し、累積歪を最小

$$D_k = \sum_{i=1}^L \sum_{j=1}^P \{LSP^i(i) - LSP^{n-1}(i) \cdot A_j - (1-A_j) LSP^{nk}(i)\}^2 \quad (k=1 \sim M)$$

(5)

【0026】ここで、 $LSP^{nk}(i)$ は第1のコードブックから選択されたk番目 ($k=1 \sim M$) の候補である。Lは歪を累積するサブフレームの個数である。

【0027】次に第3の発明の作用について図3を用いて説明する。ここで図1と同一の番号を付した構成要素は図1と同様の動作を行うので説明は略す。

【0028】第1の発明と異なる点は、現在のフレームのスペクトルパラメータの量子化値と過去のフレームのスペクトルパラメータの量子化値とを用いて、予め定められた補間法により補間してサブフレーム①、②、③のスペクトルパラメータを復元し、各サブフレームのスペ

$$LSP^{1l}(i) =$$

$$\alpha^l LSP^{n-1}(i) + (1-\alpha^l) LSP^n(i) \quad (6)$$

ここで、 $LSP^{1l}(i)$ は直線補間により復元した第1サブフレームのLSPである。また α^l は第1サブフレームでの予め定められた補間係数である。

【0031】補間ベクトル量子化部135は、補間係数コードブック145 (第2のコードブック) を用いて、

$$D = \sum_{i=1}^L \sum_{j=1}^P \{LSP^n(i) - LSP^{1l}(i) LSP^{n-1}(i) \cdot A_j - (1-A_j) LSP^n(i)\}^2$$

30

(7)

【0033】そして(8)式により、サブフレーム①、②、③に対して復元した値を端子150から出力する。

$$LSP^{1l}(i) = LSP^{1l}(i) + LSP^{n-1}(i) \cdot A_j + (1-A_j) LSP^n(i) \quad (8)$$

次に第4の発明の作用について同じく図3を用いて説明する。

【0035】ベクトル量子化部110は、コードブック120 (第1のコードブック) を用いて(1)式の量子化歪の小さい順に複数種類 (M種類) のコードベクトルを出力する。次に、複数種類の各々のコードベクトルに対して、補間部115において補間し、さらに、補間ベクトル量子化部135において、補間係数コードブック

$$D_k = \sum_{i=1}^L \sum_{j=1}^P \{LSP^i(i) - LSP^{1l}(i) LSP^{nk}(i)\}^2 \quad (k=1 \sim M) \quad (9)$$

【0037】ここで、 $LSP^{1l}(i)$ は第1のコードブックから選択されたk番目 ($k=1 \sim M$) の候補を用いて復元した1サブフレームのLSPである。

【0038】第1から第4の発明の作用の例では、全てのサブフレームに対して共通の補間係数コードブックを

8

化する第1のコードブックと第2のコードブックのコードベクトルの組合せを出力する。

【0025】

【数4】

クトルパラメータと前述の復元値の誤差を小さくするように第2のコードブックを選択することにある。

【0029】図3において、補間部115は、1フレーム過去のスペクトルパラメータの量子化値とベクトル量子化部110の出力値 (現在のフレームのスペクトルパラメータの量子化値) とを用いて、あらかじめ定められた方法によりサブフレームのスペクトルパラメータを復元する。ここでは、一例として、(6)式により直線補間により復元するものとする。

【0030】

次式の誤差電力を最小化するように、サブフレーム毎にコードベクトルを A_j 選択する。

【0032】

【数5】

【0034】

145 (第2のコードブック) を用いて、(7)式の量子化歪を最小化するコードベクトルを出力する。次に、M種類のコードベクトルの組合せの各々に対して、次式の複数サブフレームにわたる累積歪を計算し、累積歪を最小化する第1のコードブックと第2のコードブックのコードベクトルの組合せを出力する。

【0036】

【数6】

構成したが、サブフレーム毎に異なる補間係数コードブックを構成しても良い。また、この場合、複数サブフレーム分の補間コードブックをまとめてマストリクスコードブックを構成しても良い。

【0039】また、補間係数コードブックの学習、探索

には上記の2乗距離や、重み付け距離など他の周知の距離尺度を用いても良い。

【0040】また、ベクトル量子化部では、周知のベクトルスカラ量子化を用いても良い。

【0041】第5の発明の作用について図4を用いて説明する。ここで図1、図3と同一の番号を付した構成要素は図1、図3と同様の動作を行うので説明は略す。

【0042】ベクトル量子化部180では、コードブック120（第1のコードブック）を用いて（1）式の量子化歪の小さい順に複数種類（M種類）のコードベクトル

$$D_k = \sum_{i=1}^L \sum_{j=1}^P \{LSP^i(i) - LSP'^i_k(i)\}^2 \quad (k=1 \sim M) \quad (10)$$

【0044】判定部165では、（10）式を最小化するコードベクトルを選択し、ベクトル量子化部の候補は端子170から、サブフレームの復元値は端子170から出力する。

【0045】上記説明において、ベクトル量子化部では、周知のベクトルスカラ量子化を用いることもできる。また、補間処理は周知の方法を用いることができる。また、コードブックの探索には重み付け距離などの他の周知な距離尺度を用いることができる。

【0046】

【実施例】図5は第1、2、3、4及び5の発明の音声パラメータ符号化方式の一実施例を示すブロック図である。

【0047】図5において、入力端子400から音声信号を入力し、1フレーム分（例えば40ms）の音声信号をバッファメモリ410に格納する。

【0048】サブフレーム分割回路420は、フレームの音声信号を予め定められたサブフレーム（例えば8ms）に分割する。

【0049】LPC分析回路430は、少なくとも一つのサブフレーム位置（例えば図2の①、②、③、④あるいは①、②、③、④、⑤あるいは③、⑤あるいは②、⑤など任意の組合せが考えられる）の音声信号のスペクトル特性を表すパラメータとして、LSPパラメータを周知のLPC分析を行いあらかじめ定められた次数Pだけ計算する。この具体的な計算法については前述文献4等を参照することができる。

【0050】LSP量子化回路440は、一つのサブフレームで求めたLSPパラメータを予め定められた量子化ビット数で量子化し、得た符号 1_k を出力端子450から出力する。

【0051】最初に、第1の発明におけるLSP量子化回路440の構成を図6を用いて説明する。

【0052】図6において、入力端子500からサブフレーム④のLSPパラメータを入力する。また、第①、②、③サブフレームについて求めたスペクトルパラメータを端子505から順に入力し、バッファメモリ506

ルを出力する。次に、複数種類の各々のコードベクトルに対して、補間部115において例えば直線補間を用いて補間処理を行い、（6）式に従い、①、②、③サブフレームのLSPを復元する。累積歪計算部160では、各候補に対して、サブフレームのスペクトルパラメータと前述の復元値との誤差電力を複数サブフレームにわたり累積し、（10）式の累積歪を計算する。

【0043】

【数7】

に格納する。

【0053】ベクトル量子化回路510は、コードブック520を用いて、入力したLSPパラメータを周知の手段によりベクトル量子化する。コードブック520は、トレーニング用の多量のLSPパラメータ系列を用いて予め学習して構成する。ベクトル量子化回路510は、（1）式を最小化するコードベクトルを補間ベクトル量子化部530と端子555へ出力する。

【0054】補間ベクトル量子化回路530は、ベクトル量子化回路510の出力コードベクトルと、遅延回路545による1フレーム過去のスペクトルパラメータの量子化値とを入力する。補間係数コードブック540をもちいてバッファメモリ506に格納されたサブフレーム①、②、③のLSP系列を補間して復元する。つまり、（2）式により、各補間係数コードベクトルによる量子化歪を計算し、量子化歪を最小にする補間係数コードベクトル A_j をサブフレーム毎に選択して（3）式によりLSPパラメータを復元し、バッファメモリ535に一旦格納した後に端子550へ出力する。

【0055】補間係数コードブック540の補間係数は、トレーニング用LSP信号に対して、（4）式を最小化するように、前述文献5等を用いて予め学習して構成することができる。

【0056】次に、第2の発明におけるLSP量子化回路440の構成を図7を用いて説明する。図7において図6と同一の番号を付した構成要素は図6と同様の動作を行うので説明は省略する。

【0057】図7において、ベクトル量子化回路600は、コードブック520（第1のコードブック）を用いて（1）式の量子化歪の小さい順に複数種類（M種類）のコードベクトルを出力し、候補格納回路610へ格納する。補間ベクトル量子化回路615は、候補格納回路610から各候補を入力し、さらに遅延回路545から1フレーム過去のLSPのベクトル量子化値を入力し、バッファメモリ506に格納された各サブフレームのLSPを補間ベクトル量子化する。補間ベクトル量子化は補間係数コードブック540（第2のコードブック）

を用いて、(2)式の量子化歪を最小化するコードベクトルを出力する。累積歪計算回路620では、各候補に対して、(5)式の累積歪を計算する。(5)式において $L=3$ とする。選択回路625では、累積歪を最小化する第1のコードブックと第2のコードブックのコードベクトルの組合せを用いてベクトル量子化されたLSPを復元しバッファメモリ535に格納した後に、端子555から出力する。遅延回路545は、第4サブフレームでのLSPの量子化値を1フレーム遅延させる。

【0058】次に、第3の発明におけるLSP量子化回路440の構成を図8を用いて説明する。図8において図6と同一の番号を付した構成要素は図6と同様の動作を行うので説明は省略する。

【0059】図8において、補間回路630は、遅延回路545の出力値(過去のフレームのLSPのベクトル量子化値)と、ベクトル量子化回路510の出力値(現在のフレームのLSPのベクトル量子化値)とを用いて、あらかじめ定められた補間方法により各サブフレームのLSPを復元する。補間方法としては種々のものが知られているがここでは一例として、(6)式による直線補間により復元するものとする。

【0060】補間ベクトル量子化部635は、補間係数コードブック645(第2のコードブック)を用いて、(7)式の誤差電力を最小化するように、サブフレーム毎にコードベクトルを選択する。そして(8)式により、サブフレーム①、②、③、④に対して復元した値をバッファメモリ535に格納した後に、端子555から出力する。

【0061】遅延回路545は、第4サブフレームのLSPの量子化値を1フレーム遅延させる。

【0062】次に、第4の発明におけるLSP量子化回路440の構成を図9を用いて説明する。図9において、図7と同一の番号を付した構成要素は図7と同様の動作を行うので説明は省略する。

【0063】図9において、ベクトル量子化回路600は、コードブック520(第1のコードブック)を用いて(1)式の量子化歪の小さい順に複数種類(M種類)のコードベクトルを出力し、候補格納回路610に格納する。複数種類の各々のコードベクトルに対して、補間回路630において補間し、さらに、補間ベクトル量子化回路635において、補間係数コードブック645(第2のコードブック)を用いて、(7)式の量子化歪を最小化するコードベクトルを出力する。累積歪計算回路620では、M種類の候補の各々に対して、(9)式の累積歪を計算する。ここでは $L=3$ とする。選択回路625は、累積歪を最小化する第1のコードブックと第2のコードブックのコードベクトルの組合せを求め、このときのLSPを復元してバッファメモリ535に格納した後に端子555から出力する。遅延回路545は、第4サブフレームで量子化されたLSPを1フレーム遅

延させる。

【0064】補間係数コードブックは複数種類のサブフレームについて共通して使用しても良い。又は、サブフレーム毎に最適な補間係数コードブックを用いても良い。後者のときは、複数サブフレーム分をまとめたマトリクス構成のコードブックを構成すれば、さらに補間係数コードブックのビット数を低減化できる。マトリクスコードブックの作成法は、例えば、C. Tsao氏らによる"Matrix quantizer design for LPC speech using the generalized Lloyd algorithm,"と題した論文(IEEE Trans. ASSP, pp. 537-545, 1985年)(文献6)を参照できる。

【0065】また、補間係数コードブックの学習、探索には上記の2乗距離や、重み付け距離など他の周知の距離尺度を用いることができる。

【0066】また、ベクトル量子化部では、周知のベクトルスカラ量子化を用いることもできる。

【0067】次に、第5の発明におけるLSP量子化回路440の構成を図10を用いて説明する。図10において、図6と同一の番号を付した構成要素は、図6と同様の動作を行うので、説明は省略する。

【0068】図10において、ベクトル量子化回路600は、コードブック520(第1のコードブック)を用いて(1)式の量子化歪の小さい順に複数種類(M種類)のコードベクトルを出力し、候補格納回路610に格納する。補間回路630は、複数種類の各々のコードベクトルに対して、補間処理を行い、(6)式に従い、①、②、③サブフレームのLSPを復元する。ここで、補間処理は種々の方法が考えられるが、一例として、直線補間を用いるものとする。累積歪計算回路620は、各候補に対して、サブフレームのLSPと前述の補間処理によるLSP復元値との誤差電力を複数サブフレームにわたり累積し、(10)式の累積歪を計算する。ここでは $L=3$ とする。選択回路625は、(10)式を最小化するコードベクトル候補を選択し、LSPをサブフレーム毎に復元してバッファメモリ535に格納した後に端子555より出力する。遅延回路545は、第4サブフレームにおいて選択された候補1フレーム遅延させる。

【0069】最後に、以上の説明について補足する。

【0070】まずベクトル量子化回路は、周知のベクトルスカラ量子化を用いても良い。

【0071】補間回路630は、補間位置又は補間方法を複数種類もち、これらの全ての組合せに対して累積歪を計算し、累積歪を最小にする補間位置又は補間方法をフレーム毎に補助情報として数ビットで伝送しても良い。ただし、このようにすると性能は改善されるが補助情報伝送のため、ビット数が若干増加する。

【0072】また、補間回路630における補間は、直線補間以外に、対数補間などの他の周知の方法を用いても良い。また、各サブフレームに最適な補間係数をトレーニング信号を用いて学習して構成しても良い。

【0073】また、LSPのベクトル量子化及び累積歪の計算にはLSPの2乗距離を用いたが、他の周知の距離尺度を用いても良い。例えばLSPの重み付け2乗距離や、LPCケプストラム距離などである。

【0074】また、ベクトル量子化回路としては、全探索型ベクトル量子化回路を用いたが、コードベクトルの探索に要する演算量を低減するために、木探索型、格子型、他段型又は、他の周知な構成のベクトル量子化回路を用いても良い。これらの演算量低減化法の詳細については、例えばR. Gray氏による"Vector quantization,"と題した論文(IEEE ASSP Magazine, pp. 4-29, 1984年)(文献7)等を参照できる。

【0075】また、4つのサブフレームについて入力音声をLPC分析してLSP係数を計算したが、演算量を低減化するために任意の方法を用いることができる。例えば、2つ又は3つのサブフレーム(2つのときは例えば図2の②と④、又は①と③、又は③と⑤又は、②と⑤)に対してのみLSPを計算し、他のサブフレームではこれらのLSPを補間してLSPを求めるようにしても良い。又は、2つ又は3つのサブフレームに対してLSPを計算し、1つのサブフレームでLSPを量子化し、他のサブフレームのLSPは補間又は第2のコードブック、あるいは補間と第2のコードブックの組み合わせで表わすようにしてもよい。

【0076】

【発明の効果】以上述べたように、本発明によれば、音声のスペクトル特性を表すスペクトルパラメータを量子化するときに、フレームをそれよりも短いサブフレームに分割し、少なくとも1つのサブフレームでスペクトルパラメータを求めて第1のコードブックを用いて量子化し、他のサブフレームのスペクトルパラメータは、当該フレームの量子化値と過去のフレームの量子化値との補間処理で表すか、第2のコードブックを使用して表すか、あるいは補間処理と第2のコードブックを用いて表す。また、第1のコードブックの探索において、量子化歪の小さい順に複数種類の候補を求め、各候補に対して補間処理、あるいは第2のコードブック、あるいは補間処理と第2のコードブックを用いてスペクトルパラメータを復元し、複数サブフレームにわたる累積歪を求め、累積歪を小さくするように前記候補を選択している。従って、ビットレートを低減するためにフレーム長を増大させても、少ないビット数及び演算量でスペクトルパラメータを良好に量子化できると共に、時間変化も良好に表すことができるという大きな効果がある。

【図面の簡単な説明】

【図1】第1及び第2の発明の音声パラメータ符号化方式の作用を説明するためのブロック図。

【図2】フレームとサブフレームの関係を表す図。

【図3】第3及び第4の発明の音声パラメータ符号化方式の作用を説明するためのブロック図。

【図4】第5の発明の音声パラメータ符号化方式の作用を説明するためのブロック図。

【図5】第1、2、3、4及び5の発明の音声パラメータ符号化方式の一実施例を示すブロック図。

10 【図6】第1の発明におけるLPC量子化回路の構成を示すブロック図。

【図7】第2の発明におけるLPC量子化回路の構成を示すブロック図。

【図8】第3の発明におけるLPC量子化回路の構成を示すブロック図。

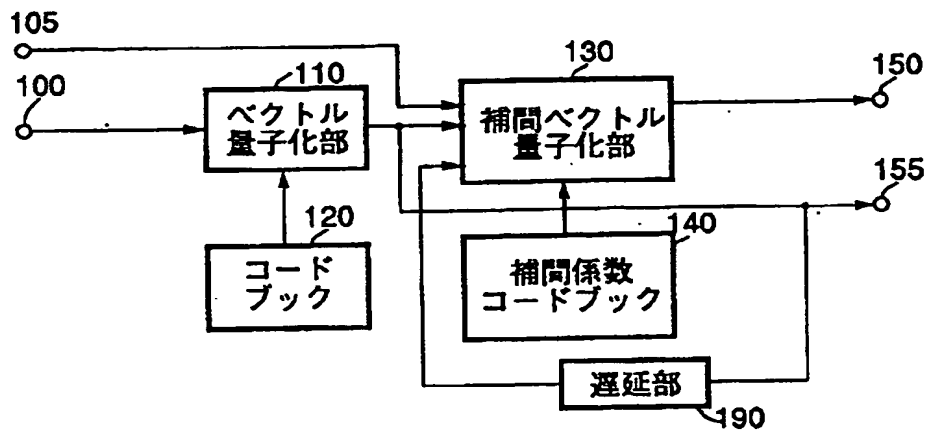
【図9】第4の発明におけるLPC量子化回路の構成を示すブロック図。

【図10】第5の発明におけるLPC量子化回路の構成を示すブロック図。

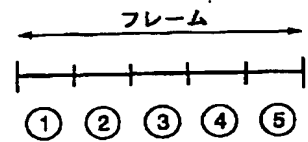
20 【符号の説明】

110 ベクトル量子化部
120 コードブック
130 補間ベクトル量子化部
140 補間係数コードブック
190 遅延部
115 補間部
135 補間ベクトル量子化部
145 補間係数コードブック
180 ベクトル量子化部
30 160 累積歪計算部
165 判別部
410 バッファメモリ
420 サブフレーム分割回路
430 LPC分析回路
440 LPC量子化回路
506 バッファメモリ
510 ベクトル量子化部
520 コードブック
530 補間ベクトル量子化回路
40 535 バッファメモリ
540 補間係数コードブック
545 遅延回路
600 ベクトル量子化回路
610 補間格納回路
615 補間ベクトル量子化回路
620 累積歪計算回路
625 選択回路
630 補間回路
635 補間ベクトル量子化回路
50 645 補間係数コードブック

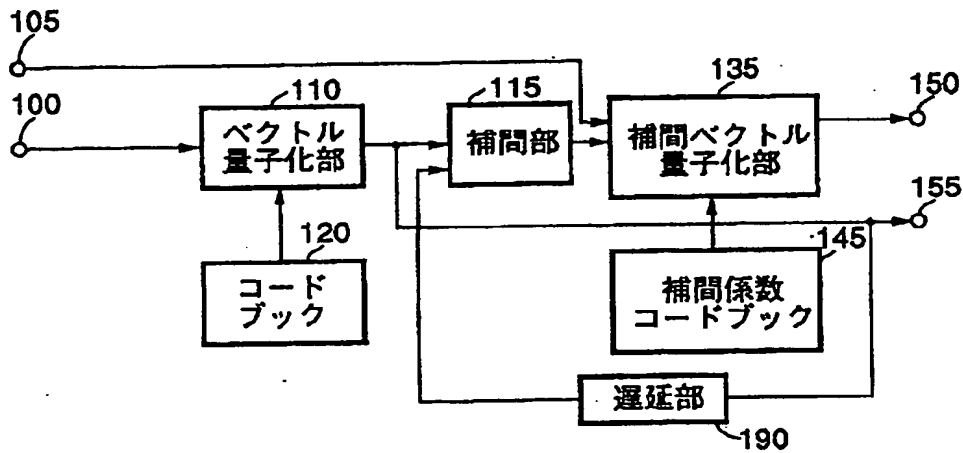
【図 1】



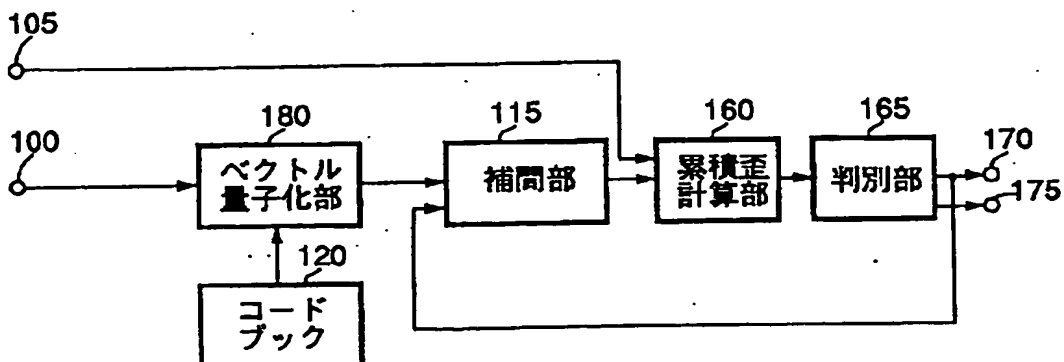
【図 2】



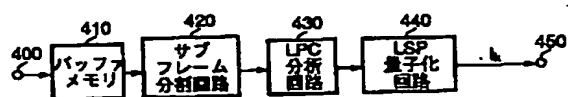
【図 3】



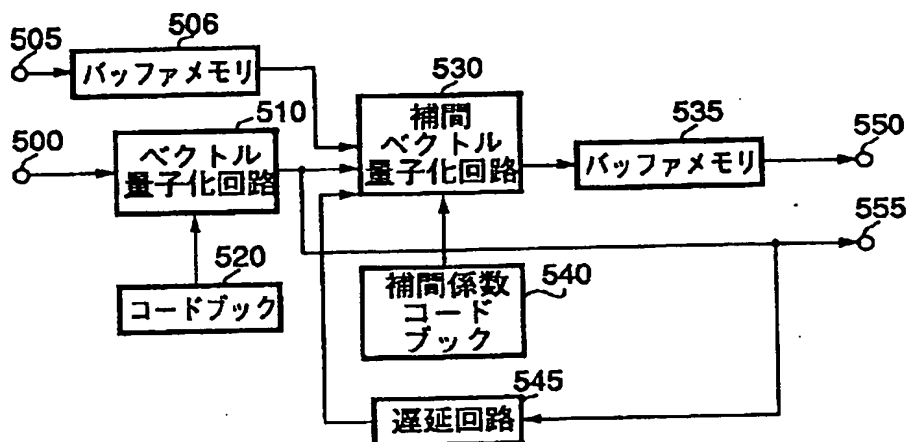
【図 4】



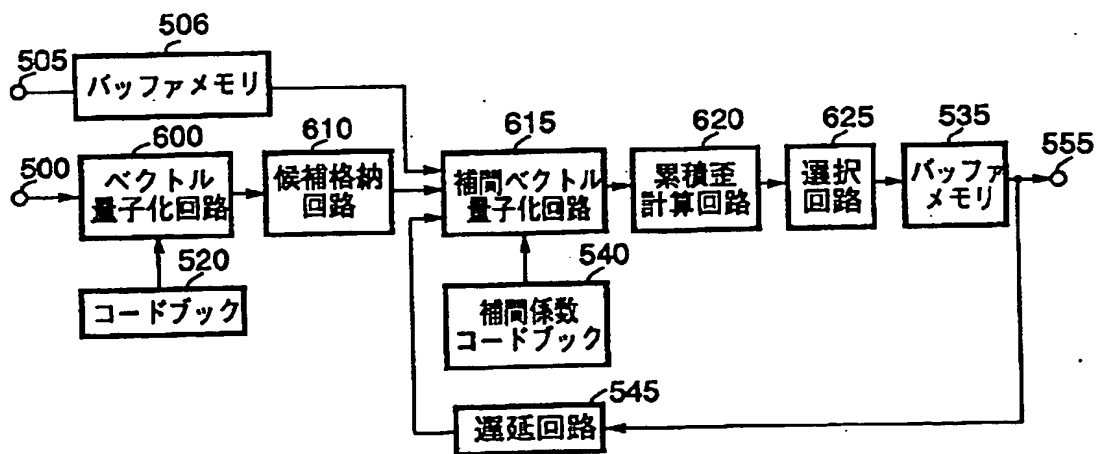
【図 5】



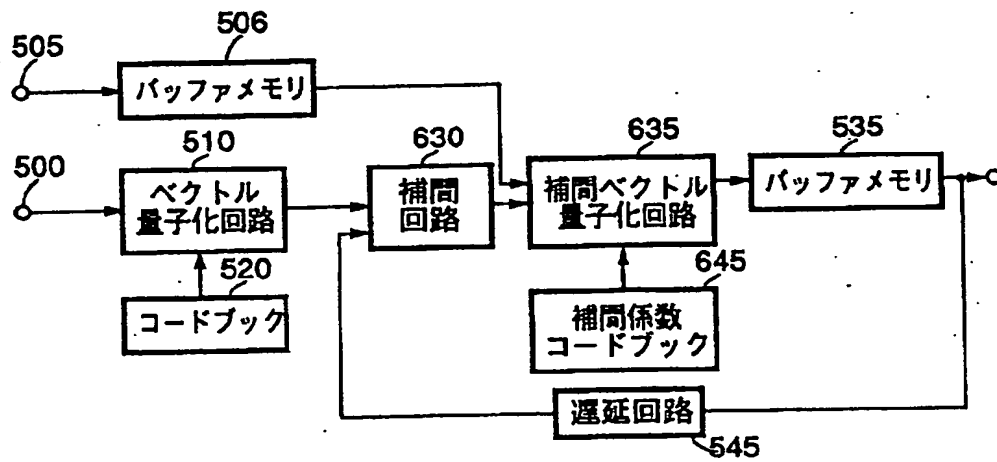
【図 6】



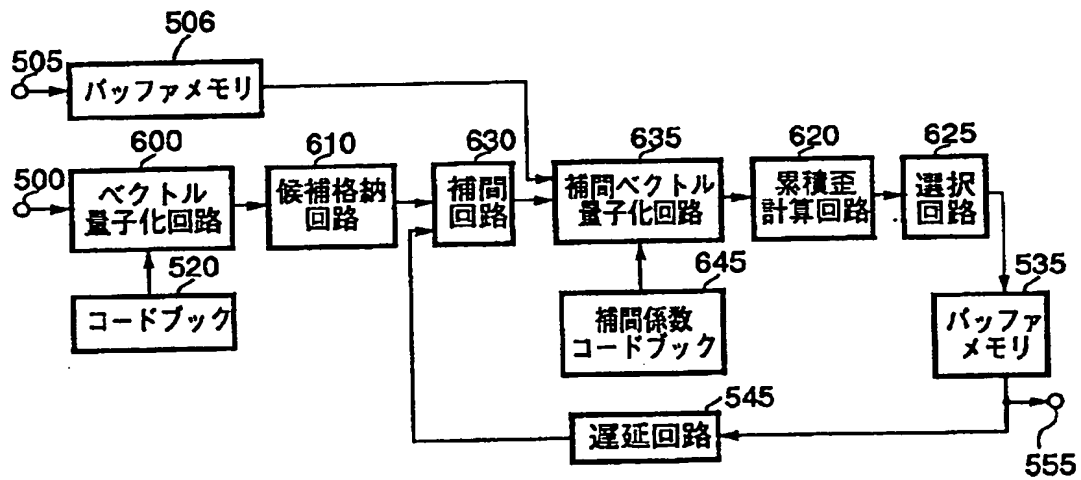
【図 7】



【図 8】



【図 9】



【図 10】

